

KÜTLE ÖLÇÜMLERİNDE OTOMASYON

Levent YAĞMUR
Sevda KAÇMAZ
Ümit Y.AKÇADAĞ

ÖZET

Günümüz ihtiyaçları ve kütle kalibrasyonları göz önüne alındığında kütle ölçümlerinde otomasyonun kaçınılmaz olduğu değerlendirilebilir. Özellikle hassas ölçümlerde tekrarlı işlerin bir insan eliyle yapılmasındaki güçlükler bu süreci daha da hızlandırmaktadır. Kütle komparatörü üreticilerin tartım işlerinde otomasyonu da kapsayan çözümler sunması kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Dünyanın önde gelen kütle komparatörü üreticilerinin Türkiye dışından olması bu tür otomasyon faaliyetlerinin ülkemizde de aktif çalışmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Kütle Grubu Laboratuvarı'na tamamen ülke kaynaklarıyla kazandırılmış otomasyon faaliyetlerinin donanımsal ve yazılımsal olarak genel bir değerlendirilmesi sunulmuştur.

1. GİRİŞ

2. KOMPARATÖR OTOMASYONU (MEKANİK)

2.1 Terazi Dayanım Testi Makinası

Bu makine (Şekil 1) ile OIML R76-1-2 90-384: Otomatik Olmayan Tartım Cihazların Tip Uygunluk Testlerinden [1] "Dayanım Testi" kapsamında, teste tabi tutulacak terazinin çalışma aralığına göre (100 g' dan 50 kg' a kadar tüm teraziler), 100 g' dan 50 kg' a kadar yükleri 100.000 kez terazi tablasının merkezine yükleyip-kaldırılması otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Sistem, servo motor tahrikli ve kompakt modül hassas vidalı mille çalışmaktadır. Bir kontrol ünitesinden istenilen yükleme sayısı ve yükün teraziye uygulanma süresi gibi parametreler ayarlanabilmektedir. Tahrik mekanizması ve sistemin diğer üniteleri alüminyum profiller üzerine monte edilmiştir. Makinanın ağırlık tutucu aparatı modüler şekilde tasarlanmış olup 9 farklı kütleye göre adapte edilebilmektedir.



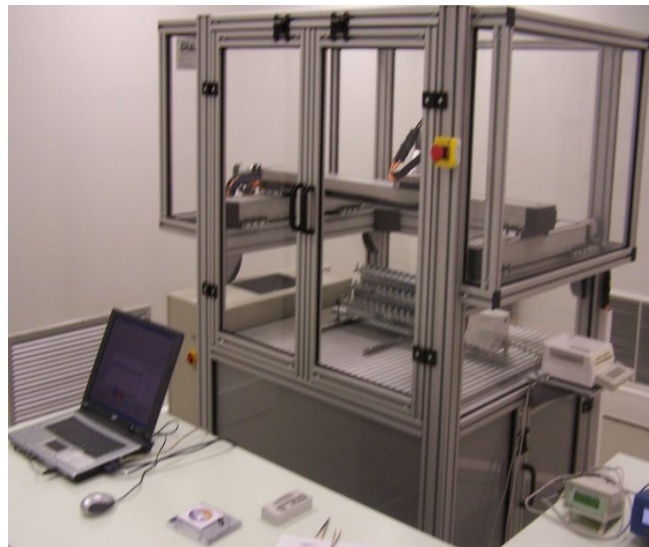
Şekil 1. Terazi dayanım testi cihazı

2.2 Otomatik Tartım Sistemleri

2.2.1 1 mg - 5 g aralığında çalışan otomatik sistem

Okunabilirliği $0,1 \mu\text{g}$ ve maksimum kapasitesi $5,1 \text{ g}$ olan Mettler firmasına ait UMT5 terazisi 3 eksenli hareket edebilen servo motor tahrikli bir mekanizma ile PLC otomasyonu sağlamıştır (Şekil 2). Sisteme ait 4 adet servo motor 3 eksenli hareket için kullanılmıştır. Makineye ait 36 adet kütle konulabilen magazini ile aynı anda 12 adet referans ile 24 adet test kütlelerinin yerine geçirme yöntemiyle kalibrasyonu tamamen otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Bu sistemin en büyük avantajı kalibrasyonu çok zor olan miligram setlerin bir kişiye ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilebilir olmasıdır. Bunun yanında uzun zaman ölçümler gece de dahil olmak üzere istenilen zamanlarda gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemle yapılan ölçümler üzerinde maksimum standart sapma $0,5 \mu\text{g}$ civarında gerçekleşmektedir. Sistem tam performansında çalıştırıldığında 1 mg ile 5 g aralığındaki tüm ağırlıklar istenilen ölçüm adedinde yerine geçirme yöntemiyle kalibre edilebilmekte ve sonuçlar raporlanabilmektedir.



Şekil 2. UMT5 otomatik tartım sistemi

2.2.2 10 kg, 20 kg ve 50 kg' lık döner tabla sistemi

2 kefli şekilde bir döner tabla tasarımına sahip bu sistemlerde (Şekil 3) tek bir referans ile tek bir test ağırlığı yerine geçirme metoduna göre ölçülebilmektedir. Ayrıca bu sistemle kombinasyonlu ölçümler de yapılabilmektedir. 2 adet DC motor ile indirme-kaldırma ve döndürme hareketleri yapılmakta ve merkezlemenin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için birbirine geçme aparatlar içermektedir.



Şekil 3. 2'li döner tablalı sistemler

2.2.3 500 kg'lık döner tabla sistemi

100 kg, 200 kg ve 500 kg'lık ağırlıkların kalibrasyonunun otomatik yapılabildiği bir sistemdir. 4 kefli döner tabla tasarımına sahip sistemde (Şekil 4) aynı anda 1 adet referans ile 3 adet test ağırlığı karşılaştırmalı olarak ölçülebilmekte ve sonuçları raporlanabilmektedir. Sisteme ait döner tabla yekpare olarak döküm yöntemiyle imal edilmiş olup rijitliği yüksek oranda karşılamaktadır. Bu döner tablanın yüksek ağırlığına rağmen özel yataklamalar sayesinde göreceli düşük güçlerde çalışan elektrik motorlarıyla dahi indir-kaldırma ve döndürme hareketleri rahatlıkla sağlanabilmektedir.

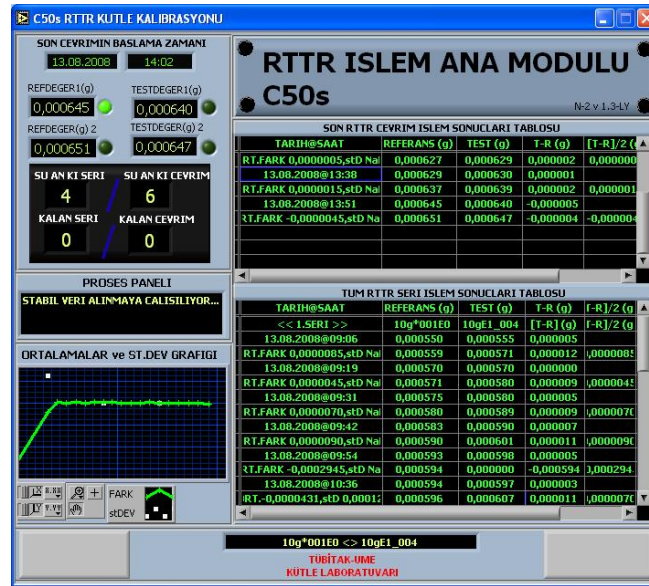


Şekil 4. 500 kg'lık 4'lü döner tablalı sistem

3. VERİ ALMA VE HESAP OTOMASYONLARI

3.1 10 g – 1 kg Aralığında Sistemlere Ait Yazılım

UME Kütle Laboratuvarı'nda bulunan C1000S ve C50S komparatörlerinde gerçekleştirilen kütle ölçümlerinde zaman kayıplarını önlemek ve ölçümlerin doğruluğunu arttırmak amacıyla bir bilgisayar yazılımın devreye sokularak kalibrasyonların bilgisayar destekli ve otomatik gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde tüm ölçüm sonuçları ve ölçümlerin gidişatını gösteren grafik gösterim bilgisayar ekrana gelmekte ve ölçümler başka bir mekandan da rahatlıkla takip edilebilmektedir. Oluşturulan yazılım her türlü teraziye kolaylıkla uyarlanıp kullanılabilir bir formatta olup UME Kütle laboratuvarı kalibrasyon talimatlarını aynen uygulayabilmektedir. Yazılıma ait ölçüm sırasındaki ekran görüntüsü Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Teraziden veri alma yazılımı görüntüsü

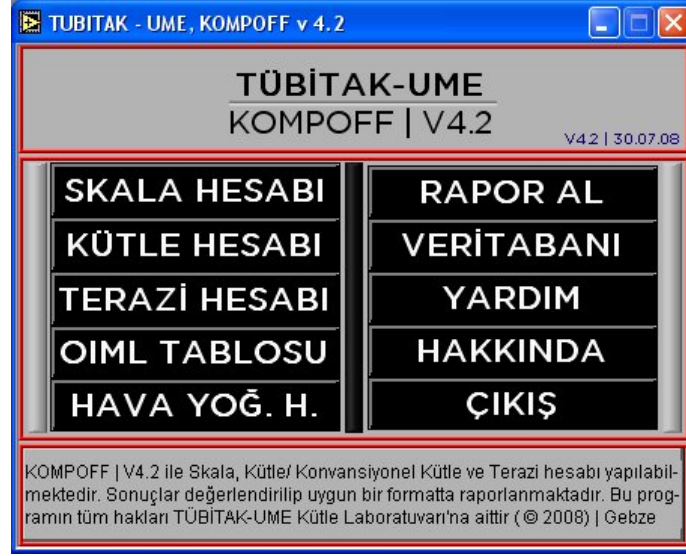
Bu yazılımın genel olarak yarar ve katkıları değerlendirilirse; C1000s ve C50s komparatörlerinin eskiyen ve yedek parçalarının temininin zor olduğu dokunmatik panel-yazıcı sisteminin bir alternatifi oluşturularak gereksiz maliyet ve yedek parça ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır. Bilgisayarla veri alımı sağlanarak bu verilen işlenmesi ve sonraki işlemlerde kullanımı kolaylaştırılmıştır. İlgili terazilerde kalibrasyon önceki kütlelerin merkezlenmesi gerekmektedir. Bu yazılım sayesinde bahsedilen işlem otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir.

3.2 Ortam Koşulları Kaydı

E2 sınıf ve daha üst seviyedeki kütle belirlemelerinde ortam koşulları en önemli parametrelerden birisini oluşturmaktadır [2]. Ölçümün yapıldığı andaki hava yoğunluğunun değeri ve belirsizliği hesaplara katılması gereken bir parametredir. Bu amaçla atmosfer basıncı, ortam sıcaklığı ve nemi ilgili cihazlarla takip edilip bir yazılımla kayıt altına alınmaktadır. TS ISO/EN 17025 standardına [3] göre de bu verilerin kayıt edilip saklanması gerekmektedir. UME Kütle Laboratuvarları'nda ölçüm yapılan alanlardaki bu kayıtlar otomatik olarak bilgisayar destekli tutulmakta ve başka mekânlardan da takibi yapılabilmektedir. Programda ayrıca, kütle kalibrasyonu için uygun olmayan ortam koşullarında gerekli uyarılar yapılarak kullanıcı bilgilendirilmektedir.

3.3 Hesaplama Yazılımları

Kütle kalibrasyonlarında gerekli birçok hesaplama işlemi çoğu parametrenin veritabanından okunduğu programda kolaylıkla yapılabilmektedir. Kütle kalibrasyonlarında kütle ve konvansiyonel kütle hesabı, terazi kalibrasyonu hesabı ve bunlarda gerekli diğer ara hesaplamalar (örneğin eşdeğer yoğunluk veya hava yoğunluğu ve belirsizliği hesabı gibi) da kolaylıkla yapılabilmektedir. Yazılımın ilk giriş görüntüsü ve modüller Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. UME'de geliştirilen hesaplama yazılımı giriş görüntüsü

Birincil seviye kütle skalasının kurulurken birçok ölçüm ve sonrasında yoğun hesaplamalar yapılma zorunluluğu vardır. TUBİTAK-UME Kütle Laboratuvarı'nda uygulanan Gauss-Markof yaklaşımı [4] çerçevesindeki tüm hesaplamalar laboratuvar bünyesinde geliştirilen yazılım sayesinde kolaylıkla yapılabilmektedir.

4. SONUÇLAR

Artan kütle kalibrasyonları terazi otomasyonu ve sonraki faaliyetlerin bir otomasyon çerçevesinde yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle miligram setlerindeki ölçüm zorlukları ve yüksek kapasitedeki ağırlıklardaki insan faktörü nedeniyle güvenlik sorunları otomasyonu kaçınılmaz hale getirmiştir. Otomasyona tabi tutulmuş terazilerde tekrarlanabilirlik hatası minimum seviyede kalmakta ve kalibrasyonu yapan kişi nedeniyle ortaya çıkan etkiler de ortadan kalkmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] "OIML R 76 Nonautomatic Weighing Instrument", 1992
- [2] "TS EN ISO/IEC 17025: Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği için Genel Şartlar", TSE, Aralık 2005
- [4] KOCSIEK M. GLASER M., "Comprehensive Mass Metrology", Wiley-Vch, 2000
- [3] "OIML R 111 Weights of Classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3", 2004

ÖZGEÇMİŞLER

Levent YAĞMUR

1973 yılında Çorum'un Alaca ilçesinde doğmuştur. 1994 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Yüksek lisans ve Doktora çalışmalarını İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Makina Fakültesi'nde 1997 ve 2006 yıllarında tamamlamıştır. Aynı üniversitede 1996–2000 yılları arasında Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2000 yılından bu yana da TÜBİTAK-UME'de Uzman Araştırmacı olarak çalışmaktadır. Çalışma alanları; metalik sensör malzemeleri ve içyapı özellikleri, kütle ve basınç metrolojisidir. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanmış 5 adet yayını vardır. İyi düzeyde İngilizce bilmektedir. Evli ve bir kız babasıdır.

Sevda KAÇMAZ

1969 yılında İzmit'te doğmuştur. 1993 yılında Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun olmuştur. Yüksek lisansını Kocaeli Üniversitesi Fizik Bölümünde 1997 yılında yapmıştır. 1994 yılından beri TÜBİTAK-UME' de Araştırmacı olarak çalışmaktadır. Çalışma alanları; kütle ve terazidir.

Ümit Y. AKÇADAĞ

1968 yılında Malatya'nın Akçadağ ilçesinde doğmuştur. 1990 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Yüksek lisansını Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümünde 1996 yılında yapmıştır. 1994 yılından beri TÜBİTAK-UME' de Araştırmacı olarak çalışmakta olup, 2006 yılından bu yana Kütle Grubu Laboratuvarı Sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Çalışma alanları; hacim, yoğunluk, kütle ve terazidir.